



TITLE:

吸・呼気時気管支像より観た気管支動態及び肺換気機能

AUTHOR(S):

小松, 良夫

CITATION:

小松, 良夫. 吸・呼気時気管支像より観た気管支動態及び肺換気機能. 日本外科宝函 1961, 30(3): 509-530

ISSUE DATE:

1961-05-01

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/207228>

RIGHT:

吸・呼気時気管支像より観た気管支 動態及び肺換気機能

京都大学医学部麻酔学教室 (教授：稲本 晃)

小 松 良 夫

〔原稿受付 昭和36年2月6日〕

AN APPRAISAL OF END-INSPIRATORY AND -EXPIRATORY BRONCHOGRAPHY FOR EVALUATION OF BRONCHIAL DYNAMICS AND PULMONARY VENTILATORY FUNCTION

by

YOSHIO KOMATSU

From the Department of Anesthesiology, Kyoto University
Medical School, Kyoto, Japan
(Director : Prof. AKIRA INAMOTO, M. D.)

I. BRONCHIAL DYNAMICS AND PULMONARY VENTILATORY FUNCTION IN NORMAL AND DISEASED LUNGS

Two relief bronchograms were obtained with an aid of Dionosil (propylidone oily suspension) at end-inspiratory and -expiratory phases respectively. Those were taken on separate films, and in some cases, the two pictures were taken on one film with double exposures. For a finer comparative investigation of the both phases, each contour was copied on tracing paper, and the both traces were overlapped exactly on upon the other, and thus double trace bronchogram was produced.

Close observation of the respiratory bronchial dynamics was done on the subjects with normal lungs and those with diseased lungs, such as pulmonary tuberculosis, pulmonary emphysema, postoperative ventilatory insufficiency, bronchiectasis, bronchial asthma and so forth.

The following conclusions were obtained.

1. Overall respiratory displacement of the tracheobronchial tree can be grossly detected by double exposed bronchography, and regional bronchial dynamics can be manifested by overlapped double trace bronchogram.
2. Inasmuch as the respiratory displacement of bronchial tree apparently reflect the movement of thoracic cage and diaphragm, so-called restrictive disturbances of pulmonary ventilation, such as pleural adhesion can be demonstrated by

poor bronchial displacement in the corresponding area.

3. In normal lung, the bore and the length of the bronchus tend to be increased to some extent at the inspiratory phase of respiration, and in turn, decreased at the expiratory phase. It is considered to be due to the difference between the inherent broncho-bronchial tonus and the tension of the surrounding tissues i. e. transpulmonary pressure, which alters in the both phases.

4. If there exists any obstructive ventilatory insufficiency, it can be demonstrated not only by bizzard contour or deformity of bronchial configuration and also the rigidity or abnormal bronchial movement, such as abnormal narrowing of the bronchus at the expiratory phase followed by normal or excessive distension at the inspiratory phase, or partial dilatation and lengthening in both inspiratory and expiratory phases, or poor dilatation in both phases.

5. The specific changes in bronchial dynamics attributable to the various lung diseases were further discussed.

II. COMPARATIVE STUDY OF BRONCHIAL DYNAMICS AND INTRAPULMONARY GAS DISTRIBUTION DURING SPONTANEOUS AND CONTROLLED RESPIRATION

In man and in dog, the traced bronchogram was obtained from end-inspiratory and -expiratory bronchographies in the same fashion as described in Part I during spontaneous, intermittent positive pressure and intermittent positive and negative pressure breathing respectively.

The following results were obtained concerning the bronchial dynamics and intrapulmonary gas distribution comparing spontaneous and controlled respiration:

1. Bronchial dynamics during intermittent positive and negative pressure breathing was found to be much similar to that during spontaneous respiration compared with that during intermittent positive pressure breathing.

2. During intermittent positive pressure breathing bronchial dynamics in the lower lobes and diaphragmatic movement were both markedly reduced and the diaphragm was located higher throughout respiratory cycle comparing with that during spontaneous respiration.

3. Poor movement of the diaphragm and bronchial tree in the lower lobe may be indices of maldistribution of gas within the lung during intermittent positive pressure breathing.

4. From these results, it is suggested that intermittent positive and negative pressure breathing will probably result in better distribution of gas within the lung than intermittent positive pressure breathing.

Collapse of an intersegmental bronchus at negative pressure phase during intermittent positive and negative pressure breathing as described by Lynch was not observed in this study, in which negative pressure of 10 cm H₂O was applied to the trachea.

第1編 正常肺及び病的肺に於ける気管支動態及び肺換気機能

目

次

I. 緒言	
II. 研究方法	
A. 研究対象	
B. 造影法	
i) 前処置	
ii) 術式	
iii) 造影剤	
iv) 撮影条件	
v) トレス像作製法	
C. 注意事項	
III. 正常肺に於ける気管支動態	

A. 気管支像の所見	
B. 気管支像についての考察	
i) 気管支の変位	
ii) 気管支形態の変化	
* SchutzのInspiratorischer Sogについて	
IV. 各種肺疾患の吸・呼気時の気管支像	
A. 気管支像と肺換気障害	
A. 気管支の変位と拘束性換気障害	
B. 気管支形態の変化の異常と閉塞性換気障害	
V. 総括並びに考按	
VI. 結語	

I. 緒 言

気管支は呼吸によつて変位し形態的に変化している。これらの変化を知ることは肺換気を知る上で重要である。従来気管支の動態観察として次ような方法がある。

- 1) 内視鏡による方法¹⁾
- 2) 気管支造影レントゲンキモグラフィーによる方法²⁾

内視鏡によつては大気管支の分岐点附近が視野に入るにすぎず、キモグラフィーを行うには特種の装置を必要とする。

気管支造影 (Bronchography 以下, B.Gと略す)は Sicard, J. A. & J. Forestier (1922)によつて臨床上是じめて使用され、造影剤の改善、術式の進歩、X線装置及び撮影技術の進歩によつてその診断技術は長足に進んだ。わが国においても B.G に関する幾多の文献が発表されている。最近神津³⁾、浜野⁴⁾らは気管支造影像(以下 B.G像)の形態的变化と肺換気機能検査との成績とを対比して、B.G 像から換気機能の障害を推測しようと努力している。又矢島⁵⁾も B.G 像の充満像と肺機能との関係を論じている。しかし B.G によつて気管支動態及び肺換気機能の状態をしるためには従来行われている吸気時一枚の B.G 像だけでは不十分であつて、吸気時及び呼気時の両相で各1枚の撮影を行い、この両像を比較検討することが必要であり、吸、呼気像の変化から呼吸による気管支動態を知ることができる。小倉^{6,7)}は吸、呼気像について計測を行い検討しているが、形態的变化をおこした気管支及び

その肺領域の換気機能にふれている面が少ない。

吸、呼気時の B.G 像にあらわれた気管支の変位及び形態の変化は呼吸運動が気管支に及ぼした影響であるから、肺換気機能に関連させて考察せねばならない。著者はこの点に着目し、B.G 像の変化を肺機能障害との関連に於て詳細に検討したので報告する。

II. 研究 方 法

A. 研究対象

成人健康人男女(病院従業員)、肺結核、肺気腫、肋膜炎後遺症、術後肺機能不全、気管支拡張症、荒療肺、気管支喘息、珪肺の疑い、過膨脹肺などの症例を以下述べる造影法によつて観察した。

B. 造影法

i) 前処置

術前絶食とし、30分から1時間前にオビスタン35mg、硫アト 0.5mgを皮下に投与した。一部の症例には無処置のものもあつたがオビスタン使用例は咳も少なく被検者の苦痛も少なかつた。

ii) 術式

経口法により M'etras ソンデ C, D を使用、はじめ咽、喉頭、気管には4%キシロカインを塗布及び噴霧し、M'etras ソンデを気管に入れ、透視台にねかせて透視によつてゾンデ先端が上葉支分岐部にあることを確かめたのち、被検側を下とする側臥位をとらせ、ゾンデを通じてキシロカインを2~3cc追加注入、検側気管支粘膜を麻酔したのち4~5分後に造影剤を吸気にあわせてゆつくり注入する。まづ上葉の造影を行うため透視台を約10度の頭部低位とし、X線透視により

確かめながらB1（左ではB1+2）B2, B3の順に造影剤を入れる。ついで透視台を水平又は若干頭部高位にし、ソルデを上葉分岐部より少し引いて造影剤が下肺野に入りやすくするB6, B4+5, B7, B8, B9, B10の順で造影剤を流しこむ。前方枝のB3, B1+5などに造影剤の入りにくい際は上体を傾けて造影剤が入りやすいようにすればよい。造影は末梢気管支まで行い1側造影を原則とした。

iii) 造影剤

気管充満像では気管支壁の細かい観察ができないばかりでなくその肺領域の換気を障害するので、吸、呼気像を比較するのに不向であり、気管支レリーフ像が望ましい。それには水性Dionosilが最適である。水性Dionosilは排泄時間が早く、刺激及び苦痛が少ないなどの利点もあるので全例に使用した。尚その量は成人で一側のレリーフ像に12～15ccが適当である。

iv) 撮影条件

前述の如く透視下に造影を行つた被検者を立位にし、背一腹方向に撮影を行う。機械日立回転陽極500ミリ、距離200cm、電圧65kV、電流300mA、0.1Sec、リソフォルムは使用せず増感紙はFSを用いた。

v) トレス像作製法

吸、呼気像についてフィルムにセロファン紙をあてトレスした。両像のトレス像について脊椎を動かぬものとして脊椎をあわせて、吸、呼気時のトレス重複像を比較して、気管一気管支の変位をしらべた。図中斜線は吸気像実線は呼気像を示している。

C. 注意事項

1) メトラソルデを通じてキシロカインの噴霧麻酔を行うと噴霧肺域気管支のみ強く麻酔されやすく、肺胞像を生じやすい。前述したように少量のキシロカインを注入するならば肺胞像を作ることは極めて少ない。

2) 被検者を背臥位とすると対側肺気管支へ造影剤が入りやすいので術側臥位がよい。

3) 撮影の間、被検者に呼吸をとめさせると気管内圧がたかまり非生理的状態の影像となるから呼吸をとめさせず、ゆつくりと呼吸をさせながら撮影すべきである。

Ⅲ. 正常肺に於ける気管支動態

前述した術式にしたがつて、正常肺でB.G.を行い撮影した。

A. 気管支像の所見

附図1 a, bは右肺及び附図2 a, bは左肺の吸気時、呼気時の普通撮影像及び附図3 a, bは正面、側面重複像、附図4 a, bはトレス重複像である。これらの影像を検討すると、呼吸に関連して次のような変位及び変化が認められる。

1) 気管支の変位は上肺野より下肺野の方が著明に大きい。又背部より前胸部の方が大きい(附図3 a, b)

2) 呼吸によつて気管支形態が異なり、吸気時気管支径及び長さの伸びを認める。

3) 気管支の分岐部の影像は鮮明で美しくその分岐角は一般に吸気時大になり、呼気時小になる。即ち呼吸による開閉運動が見られる。

4) 逆流現象

吸気時気管支壁に附着した造影剤の余りが呼気時中心気管支に向つて逆流する。

5) 気管支形態は末梢にゆくにつれて、漸次細くなり、均等した気管支トームスが保たれている。

B. 気管支像についての考察

呼吸運動は気管支に影響をあたえ、気管支の変位などの諸変化をもたらすが、著者は次の2つの点

i) 気管支の変位

ii) 気管支形態の変化

を中心に検討を行つた。

i) 気管支の変位については佐藤、篠井²⁾、小野³⁾らの研究がある。気管支の変位は、呼吸に関連する胸廓、横隔膜運動のほか、心臓搏動、嚥下運動などにより影響をうけるが、主に胸廓、横隔膜運動に附随し左右される。

呼吸の際、胸廓、横隔膜運動の強さは胸廓、横隔膜上の各部位に於いて均等ではなく、肺の膨脹、萎縮により変化し上、中、下肺野において異なりがあるから当然呼吸運動に伴う気管支の変位は各気管支においても違いがある。気管支の変位をみる際、全体的な気管支の変位は重複像でみられ、各気管支の変位は重複像では重合つているので特に区域気管支以下の気管支ではわかりにくい。トレス重複像では末梢気管支にいたるまで明瞭に変化をみることができる。胸廓運動の制限などの変化があれば、気管支の変位が小となる。

だから、重複像、トレス重複像の影響は呼吸に伴う胸廓、横隔膜運動と並行していることがわかる。重複像、トレス重複像にあらわれる気管支の変位から胸廓、横隔膜運動状態を推量することができる。

ii) 気管支形態の変化

気管支壁の主なる構成は平滑筋と弾力線維である。

生理学者⁹⁾¹⁰⁾の研究によれば吸気時交感神経によつて気管支筋の弛緩がつよまり迷走神経による気管支筋の収縮が減るか或いはなくなつて、気管支は拡がり、呼吸時には反対現象により気管支はせままるとしている。また気道径ののびについては、中村、¹¹⁾滝島は a) 肺弾性収縮力による張力(P'T), b) 肺胞内圧P(A), c) 気道内圧(Pb)について $PT \geq PA - Pb$ であれば気道は閉塞しなく、逆に $PT \leq PA - Pb$ であれば気道は閉塞すると考え、健康者最大呼気速度 10 l 程度の呼息を行つても、 $PT = 30 \text{ cm H}_2\text{O}$ (胸腔内圧), $PA - Pb$ は $3 \text{ cm H}_2\text{O}$ で呼気の気道閉塞はありえないとしている。中村・滝島は呼気の気道閉塞をこの3つの力で説明して、肺気腫では吸気時気道

は広げられることはあり得ないという。著者の経験せる臨床例では確かに肺気腫などで呼気時気道閉塞現象があらわれているが、吸気時に異常の拡張をみているものもある。この現象は中村、滝島の理論だけでは解釈できぬことである。

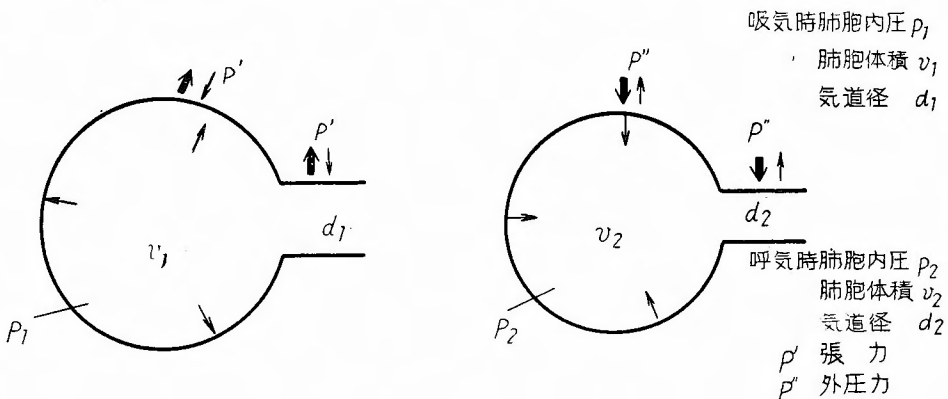
著者は呼吸時の気管支の拡張、収縮、及び長さののびといった気管支形態の変化は、自律神経の支配を受ける本来の平滑筋緊張度及びその固有弾性、中村らの胸腔内圧と肺胞内圧の関連など影響をうけるほか、気管支周辺の肺胞体積の変化による張力、外圧力が影響するものではないかと考えた。

肺胞体積は次のように変化するものであろう。

図1の如く肺胞管のような細小気管支とそれに接続

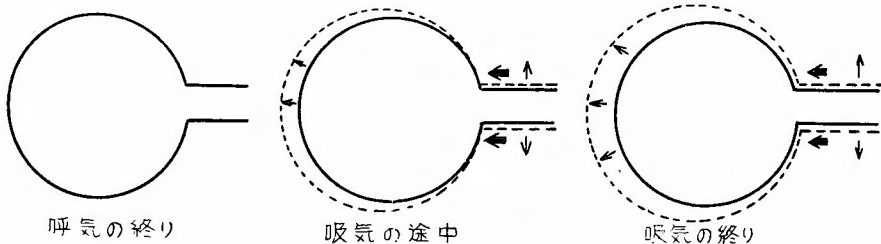
図

1



図

2



する肺胞を考えると、吸気時肺胞内圧 P_1 と大気圧 P_0 との差 $P_0 - P_1$ によつて空気が入り肺胞体積は V_1 となり張力が生じる。呼気時は $P_2 - P_0$ によつて空気は排出されて V_2 に変化し外圧力が加わる。吸気時の肺胞体積ののびは図2の如くである。

この現象があるとすれば気管支のまわりには幾十万の肺胞があり、肺胞体積の膨脹による張力、萎縮による外圧力より気管支形態は変化するものではなからうか。この張力及び外圧力は肺胞体積の変化に比例するのであろうから気管支形態の変化によつて気管支周囲

の肺胞状態をある程度推察することができる。隣接肺胞体積の変化の影響をうけやすい肺周辺部では気管支の径及び長さののびは大きく、肺中心部では小であるべきである。小倉は吸、呼気像の径ののび長さののびを計測して次の数値を出している。

	気管支内径の伸縮能 吸気時内径 呼気時内径	気管支の長さにおける伸縮能 吸気時の長さ 呼気時の長さ
気 管	1.04~1.08	1.05~1.12
主 気 管 支	1.04~1.15	1.02~1.13
肺 葉 気 管 支	1.10~1.25	1.02~1.16
第1次気管支	1.13~1.26	1.01~1.09
2次気管支	1.20~1.29	1.06~1.25
3次気管支	1.22~1.32	1.00~1.29
4次気管支	1.28~1.35	1.05~1.63
5次気管支	1.31~1.43	1.10~1.52

(小倉)

ひとつひとつの数値の意味づけは困難としても肺中心部から周辺にゆくにつれて気管支の径ののび、長さののびの比率が大きくなっている。

気管支形態を左右するものは、1) 神経支配及び気管支固有の気管支トームス、2) 中村らの言う胸腔内圧などの圧勾配、3) 肺胞体積の変化により張力、外圧力という力関係の3つの因子が相互に関連して、ある時は強く、ある時は弱く作用して気管支形態がたもたれているものと考える。

* SchutzのInspiratorischer Sog について

B. G. を行うとき造影剤の入り方をみていると、区域、亜区域気管支まではゾンデを通して注射器で押すと入っていくがそれ以下の末梢気管支では吸気のためにグイグイと吸われるようにして肺周辺に入っていく。この造影剤が肺周辺に入っていく現象は今尚十分に解明されていない。Brauer & Lorey¹²⁾ は気管支の毛細管現象だろうといっている。Schutz¹²⁾ はこの周辺に入っていく現象を inspiratorischer Sog (I.S) と名づけてこの I. S は肺の膨脹によるものだとし、I. S のないもの、少いものは肺機能がわるいといつて肺機能とむすびつけて考えている。

著者はこの I. S の主なる力は肺胞体積膨脹の張力であろうと考える。逆流現象は又肺胞体積の萎縮による外圧力が主に作用するものであろう。

Ⅳ. 各種肺疾患の吸・呼気時の気管支像

肺疾患を気管支の変位、気管支形態の変化を中心として2つにわけて各症例について検討する。

A. 気管支の変位が小である症例

症例1 30才 女 (附図5. a, b, c)

左肺尖空洞性病巣、左気胸後肋膜炎

10年前肺結核を発見され左人工気胸を実施し治癒したといわれ就業した。1959年11月再発、化学療法を開始した。単純像及び B. G. 像でも左下肺野に肋膜癒着あり縦隔面が特に癒着はつよい。

B. G. 像では気管支形態は均等である。Ba¹⁺²(↑)に結核性気管支拡張像があり、下肺野気管支では充滿像をみる。トレス重複像では左下肺野の変位は小である B8, B9, B10 で重なっている。これは限局性肋膜癒着のためである。

1960年10月左上葉切除の目的で開胸したが、左肺野の癒着はつよく下肺野には肋膜肝臓あり、剝離困難で、成形手術を行なつた。

肺機能検査 (京大結研式)

表 1 術 前			
	予測値	実測値	%
V. C.	4040cc	3780cc	94
M.B.C.	117L/M	115L/M	99
3/4 秒最大呼出量	64		
A.V.I.	1.05		
肺機能検査			

表 2 術 後			
	予測値	実測値	%
V.C.	4030cc	2950cc	73
M.B.C	115L/M	97L/M	85
3/4 秒最大呼出量	62		
A. V. I.	1.1		

表1では、%V.C., %M.B.C.も正常、これは右肺が正常なことで左下肺野に肋膜癒着があつても広汎でないためか A. V. I. は正常である。

表2でも拘束性換気機能障害を示さない。

症例2 60才 女 (附図6)

成形手術後肺機能不全症

8年前に左上葉に空洞性病巣あり、1953年左成形手術を実施、第1肋骨より第6肋骨まで切除した。右中肺野にも軽度の浸潤巣がある。術後化学療法中左肋膜炎に罹患した。その後軽快就業したが培養陽性であ

り、時に血痰、軽度咯血みる。遺残病巣があると思われる。

B. G. 像では肋膜癒着のためフィルムが鮮明でないので呈示しないが、トレス重複像(附図6)でみると、左下葉気管支の変位はきわめて小で、この肺野の胸廓、横隔膜運動及び肺換気が極度に障害されていることを示す。

肺機能検査

表 3

	予測値	実測値	%
V. C.	3480cc	1320cc	38
M. B. C.	90L/M	41L/M	45
3/4 秒最大呼出量	65		
A. V. I.	0.84		

成形手術後は A. V. I. は平均 1.29 であるとされているが、本例は 0.84 で閉塞性障害で、BG 像と一致していないが、右肺に老人性肺気腫があると考えられる。

症例 3 54才 女 (附図 7 a, b, c)

右膿胸、右下肺野荒壊肺

1947年右膿胸を発見され手術をすすめられたが行わず化学療法のみですごした。

S. M., P. A. S., I. N. H 耐性あり、現在 P. Z. A を投与し対症療法を行なっている。前胸部瘻孔より排膿少量、視診上右胸部の動きは悪く聴診上ラ音著明である。

B. G 像でみると膿胸下部に造影剤が貯留して気管支瘻があることがわかる。気管支末端が棍棒状に拡張しているが、この拡張像は結核性拡張像だけとはいえない。吸、呼気像を比較すると、呼気像でむしろ拡張、長さのびがみられる。トレス重複像では気管支の変位はほとんどない。

肺機能検査

表 4

	予測値	実測値	%
V. C.	3460cc	920cc	26.5
M. B. C.	81.3L/M	16L/M	20
3/4 秒最大呼出量	40		
A. V. I.	0.77		

分離肺機能を実施したが右肺では1回換気量50cc以下であつて測定できなかった。A. V. I は 0.77 であるが、これは本症例の如く右肺野の数値は計数上あらわ

れず、左肺だけの機能検査と考えられるので左肺に老人性肺気腫があると思われる。なお左肺では B. G は行っていない。

症例 4 28才 女 (附図 8 a, b, c)

右上葉切除後補正成形、右下肺野術後
肺機能不全症

1958年右 S1, S2. に空洞性病巣あり化学療法を実施し、1959年3月右上葉切除右下肺野の肋膜癒着はつよかつた。膨脹不全があつたので1959年4月補正成形を行つた。術後肺機能訓練療法を行ない残存肺の膨脹と胸廓の正常化に努めた。呼気像でみると下肺気管支に攣縮像がある(↓)。トレス重複像ではB5又はB6と思われる気管支の変位が大きいがこれは下肺野上部肺域のみ膨脹があつたと理解すべきであろう。

B. 気管支形態の変化に異常のある症例

例 5 30才 女 (附図 9 a, b)

気管支拡張症

生来健康であつたが1959年春、かぜをひいたあと咳、痰がもどく全身倦怠が著明で微熱が続いた。単純撮影では肺門影の乱れがあつたのみで著変は認めなかつた。1960年3月B.Gを行なうと右B1, B5に拡張像を認めた。B. G 像ではこの拡張部位で吸、呼気像の差が少ないが、これは拡張部位で気管支壁トーマスは正常に近い状態で維持されているためである。本症は軽度気管支拡張症と考えられる。肺機能検査では全く正常であつた。

症例 6 45才 女 (附図 10 a, b)

高度気管支拡張症、肺気腫、肺機能不全症

24才時肺炎に罹患、戦時中のため十分な治療も受けず放置された。その後咳、痰がひどく症状はますます増悪化していつた。1958年夏健診にて肺結核といわれ化学療法を行つたが好転せず、クロラムフェニコール、テトラサイクリンなどの抗生物質が効果があつた。1959年10月 B. G をおこなつて気管支拡張症と判明した。1960年4月酸素欠乏症状つよく肺炎を併発して意識渾濁し挿管して高流量酸素投与と吸引によつて蘇生した。呼吸は努力型で常時チアノーゼを呈している全肺野に乾湿ラ音著明である。肺性心症状はない。B. G 像では吸気時の異常拡張(↑)と呼吸時の異常攣縮(↑)が目立つ。注意すべきことは各気管支で、その拡張、攣縮の状態が異なっていることである。肺気腫などでも同様の像をみる。

肺機能検査

表 5

	予測値	実測値	%
V. C.	3550cc	2300cc	47
M. B. C	92L/M	31.5L/M	35
3/4 秒最大呼出量			
A. V. I.	0.75		

表5では%V.C., %M.B.C. が極度に低下している。
又 A. V. I. では閉塞性換気障害である。

症例 7 31才 早 (附図11 a, b)

重症肺結核

1955年6月突然高熱をもつて発病右上肺野に空洞性病巣あり化学療法を行うも好転せず、1958年左上肺野にシューブを起し、その後も化学療法のみで推移した。全身状態きわめて悪くやせて両上肺野に空洞性病巣があるため時に発熱あり、B. G 像では空洞造影(↑)がなされているが重複像では肋膜癒着のため空洞部の動きが悪いが左下肺野は機能低下は少ないと思われる。

肺機能検査

表 6

	予測値	実測値	%
V. C	2850cc	1060cc	37
M. B. C	73L/M	17.8L/M	25
3/4秒最大呼出量	57		
A. V. I	0.7		

表6では%V.C. %M.B.C. が極度に低下している荒壊肺で混合性換気障害があるが閉塞性障害がつよい。

症例 8 55才 早 (附図12a, b)

老人性結核 肺気腫

3年来の結核で化学療法を継続している。左上肺野に多房性空洞があり化学療法施行前とフィルム上では著変をみない。B. G 像では前例と同じく空洞造影がなされている。吸気像の気管支形態はトームスも正常又は正常に近く維持されているが、呼気像で著明な攣縮像(↑)がある。

肺機能検査

表 7

	予測値	実測値	%
V. C	2350cc	1600cc	68
M. B. C	54L/M	21.4L/M	40
3/4秒量大呼出量	39		

A. V. I 0.6

A. V. I. では閉塞性換気障害である。

症例 9 63才 合 (附図13 a, b, c)

気管支喘息 非発作時

20年来の喘息であつて冬季にひどい、発作は月1回乃至2回程度で現在までエフエドリン、アストセゲン、コーチゾン、ブレドニンなどを使用しているが一時発作は改善されるが好転しない。

B. G 像では吸、呼気像ともに気管支は攣縮を示している。気管支の走向もやや異なり軽い楕円をえがいている。これは胸郭の形がビール樽状にかわつているためであろう。トレス重複像では気管支の変位は大きい。

肺機能検査

表 8

	予測値	実測値	%
V. C.	3450cc	3400cc	98
M. B. C	94L/M	41L/M	52
3/4秒最大呼出量	50		
A. V. I	0.53		

A. V. I. は閉塞性換気障害像である。

症例10 28才 合 (附図14 a, b)

肺葉切除後過膨脹肺

1950年右上葉に空洞性病巣あり、1951年右上葉切除、この時右Sa⁶にも軽度の病巣があつたが区域切除は行わず術後化学療法で治療する。その後就業した。1960年夏右 Sa⁶ に空洞を発見再び化学療法を行う。B.G像ではBa⁶の拡張があり(↑)右中葉下葉の過膨脹がわかる。過膨脹のため一旦終熄したかにみえた病巣が再燃したものであろう。Ba⁶では断端がきれている(↑)。これはBa⁶の乾酪性気管支炎のためであろう。吸、呼気像ではトームスは正常であるが、気管支の形態の変化は小である。肺機能検査は正常である。

症例11 47才 合 (附図15 a, b)

珪肺の疑い

20年来のガラス工、健診時肺結核と診断された。単純像では肺紋理の増強とともに全肺野が汚く、肺周辺部に近いところでは肺紋理の断裂像などをみる。自覚症状はなく、至極元氣である。B. G 像では前例と同じく吸、呼気像の気管支形態の変化の差は小で、気管支は細い、ガラス粉末による珪肺と考えられる

肺機能検査。

表 9

	予測値	実測値	%
V. C	3400cc	2650cc	77
M. B. C	85L/M	51L/M	60
3/4秒最大呼出量	62		
A. V. I	0.8		

表9は%V.C, %M.B.C. は低下し, A.V.I. では閉塞性換気障害をみる。

V. 気管支像と肺換気障害

肺換気機能障害の臨床的分類¹³⁾¹⁴⁾¹⁵⁾としてMillerは拘束性, 混合性, 閉塞性の3つをあげている。B. G像と関連あるものとしては主に拘束性, 閉塞性の2つである。A) 気管支の変位が小なるものは拘束性換気障害と関連し B) 気管支形態の変化の異常のあるものは閉塞性換気障害と関連する。

A. 気管支の変位と拘束性換気障害

重複像, トレス重複像で気管支の変位が小でかさなつた像を呈する時, その肺域の胸廓運動が制限されているものであり, 拘束性換気障害があるといえよう。気管支の変位が1つの区域気管支のみに限局されている時その肺域に肋膜癒着などを推察できる。なお変位が小である時, 単に拘束性換気障害があるだけでなく, 肺膨脹もわるくそれにとまなう混合性換気障害があると考えねばなるまい。また前項の症例でわかるように必ずしも肺機能検査と一致した成績が現れないことは, 他側肺の機能もあわせて考察せねばならぬためである。

B. 気管支形態の変化の異常と閉塞性換気障害

気管支形態の変化の異常は4つに分類される。

- 吸気像は正常又は正常に近く拡張し, 呼気像で攣縮する型 (症例1, 8)
- 吸気像は異常に拡張し, 呼気像で攣縮する型 (症例6)
- 吸, 呼気像ともに拡張, 伸展し, むしろ呼気像では部分的に拡張, 伸展する型 (症例3)
- 吸, 呼気像ともに拡張が少なく, 吸, 呼気像の差が小なるもの (症例10, 11)

この4型について考察を加えよう。

i) 吸気像では正常乃至正常に近い形態であるから吸気時, はほぼ正常の状態で空気が入りうる。呼気像の攣縮は呼気気道閉塞によりおこる。肺胞内圧のたかまり, 胸腔内圧の低下, 萎縮肺胞体積の呼気時の萎縮に

よる外圧力の増加などがその原因であろう。軽度の肺気腫にみられる。

ii) 吸気時異常に拡張し, 呼気時異常に攣縮するのは気管支トーンスが低下してしまつたことである。気管支トーンスの低下の成立は, はじめ気管支壁に分泌物, 痰などが附着し呼気時空気の流通が阻害され, その部分に空気が貯留し気道内圧がたかまる。この現象が長期にわたつてくりかえされる時トーンスは漸次的に低下する。トーンスの低下によつて肺胞体積のわづかの増加が径ののびとしてあらわれてくるのであろう。しかしこの現象は肺胞体積のメカニスムのみではなく, 複雑な因子があると考えられる。吸気像における異常に不均等な拡張は不均等換気を意味しさらに空気の貯留があるから, 換気効率が甚だわるいと考えられる。呼気像の攣縮像は i) に述べた呼気気道閉塞現象である。

iii) ii) で述べたトーンスの低下がまずおこり, 呼吸の相が異なつてくる。即ち呼気像での部分的な拡張, 伸展は部分的奇異呼吸であり, 他の正常肺域と逆の呼吸の相がなされていると考えられる。

iv) 本型は a) 気管支喘息のごとく気管支の神経支配に原因するもの。 b) 肺域自体に原因するものがある。 a) の気管支喘息, 気管支痙攣などでは, 気管支壁トーンスは異常に亢進している b) 気管支トーンスは正常であるが, 肺の呼吸時の肺膨脹, 萎縮の差が少ない肺線維症などの肺胞自体の変化が気管支形態に影響する型である。

これらの4型いづれも閉塞性換気障害と関連している。これらの吸, 呼気像からの気管支動態の観察は肺域の換気機能障害ことに局在性のものを形態的に評価するには優秀な方法であるがスパイログラムによる肺機能検査と直接的に結びつけて並列的に考えることは難かしい。

VI. 総括並びに考按

今までB. Gについては一枚のB. G像をみて気管支の奇型, 位置の異常や拡張, 狭窄, 彎曲ねじれといった気管支の形態論が主であつた。たしかに気管支の形態的異常の有無について考察することは重要で各疾患によつてはそのもつ意味は大きい。気管支端の異常から閉塞性の気管支炎も知られ, 切断端支の凹凸の状態によつて潰瘍の有無の手がかりともなりうる。しかし形態論では形態的追求にとどまつて, 気管支の機能面の考察を欠くといえる。神津, 浜野らは肺機能面から

B. G像の特徴をあげて拘束性機能障害のあるものは肺胞像をつくるとか、肺気腫例では枯木像を呈するとかいう所見を挙げ、特にB. G像の形態的变化と肺機能とを結付けて考察しているが、これは一步前進したB. G像のあり方といえる。しかし神津らの場合 B. G像の形づくられるその原因についてはふれず多数の症例を只分類し肺機能面と関連させたものである。呼吸は吸、呼気といつたまったく異なつた換気状態があるのであるから、吸、呼気像をわけて撮影し比較することがもつとも妥当である。吸、呼気像に関しては Schutz もふれる面が少ない。小倉は吸、呼気像については詳細なレントゲン学的観察を行いその特徴はあげても、更にこれを肺機能面と関連させてはいない。

吸、呼気像を肺機能と結付ける時考えねばならぬ事は気管支とは何かという気管支自体の機能的考察と気管支の機能を左右する因子は何かという二面から検討されるべきである。前者が気管支についての流体力学的考であり¹⁶⁾¹⁷⁾¹⁸⁾¹⁹⁾、後者が肺機能面との関連である。肺機能障害によつて気管支はどのように変化させられて肺換気機能に障害を与えるかという悪循環を考える必要がある。

気管支動態と肺換気機能との関連を観察する際にも計測による方法は立体的な気管支の平面的な一投影図に過ぎないため介入する誤差因子が大きくこの方法は労多くして効が少ないことを知つた。むしろ前述の如く胸廓運動を気管支の変位から帰納し、或は気管支をとりまく肺域について局所的換気機能障害の本態を定性的に観察する方が診断的に意義が多いことを知つた。即ち肺換気機能と気管支動態の関連は

- 1) 変位が小なるものは拘束性障害に関連する。
- 2) 形態の変化の異常は閉塞性障害に関連する。

の2つに分け気管支の変位は重複像、トレス重複像をもつて追求し、胸廓、横隔膜運動と関連し、気管支形態の変化の異常は、気管支トームス、胸腔内圧などの圧関係とともに、支配肺域の肺胞体積の膨脹、萎縮による張力、外圧力が関与しているであろうと考え、閉塞性換気障害と関連する。

この研究方法は更に次のような方面の解明に進展し得るものと考察する。

- 1) 気管支拡張剤の作用機序の解明
- 2) 咳、いきみなどの気管内圧、圧の異常亢進時末梢気管支の態度
- 3) 又われわれはこの方法を以下第2編で詳述するように、調節呼吸時、解剖学的死腔の変動或は換気量

の各肺野分配の実態、陰圧負荷の得失等の点を形態学的に解明すべく更に研究の歩をすすめた。

Ⅶ. 結 語

レフリー像を主とした1側気管支造影後、吸、呼気時に撮影して、吸、呼気像をとり、或いは重複撮影を行つて、重複像をとり、吸、呼気像についてセロファン紙をあてて、トレスを行い、重ねたトレス重複像によつて、吸、呼気像、重複像、トレス重複像について比較検討を加えて次のような結論を得た。

- 1) 重複像では全体的気管支の変位、トレス重複像では各気管支の変位がわかる。
- 2) 胸廓、横隔膜運動に制限があると気管支の変位は小である。逆に気管支の変位の状態から胸廓運動をすることができ、変位の小なる肺域からその部の限局性肋膜癒着などを予測することができる。
- 3) 気管支の変位の小なる型では拘束性換気障害がある。
- 4) 吸、呼気時における気管支の径ののび、長さののびといった気管支形態は気管支肺域の肺胞体積の膨脹、萎縮にともなう張力、外圧力にも左右されるものである。
- 5) 気管支形態の変化の異常から肺域の局在性閉塞性換気障害を予測することができる。

参 考 文 献

- 1) 橋本泰彦：気管支の生理、特に気管支動態について 結核, 20, 26, 1957.
- 2) 佐藤清一郎、篠井金吾：気管—気管支の運動、日本耳鼻咽喉科全書 1930.
- 3) 神津克己：新しい気管支造影の実際、中外医学, 1960.
- 4) 浜野年子：気管支造影の病態生理学的研究、第1報 結核 34, 156, 2報 結核 34, 631, 3報 結核 34, 682, 1959.
- 5) 矢島 淳：気管支造影と肺機能との関係について、日気食学報, 11, 3, 1960.
- 6) 小倉敏郎：気管支造影による気管支の生理学的、病態生理学的研究、結核, 27, 195, 1959.
- 7) 小倉敏郎：気管支造影による気管支の生理学的研究、吸気呼気、各位相に於ける気管気管支各部位の位置移動、日放射学誌, 18, 425, 1958.
- 8) 小野 譲：結核性気管、気管支と気管支樹の運動機能、結核, 27, 492, 1959.
- 9) 佐武安太郎、藤田敏彦：生理学講義 上、南山堂 1957.

- 10) 高木健太郎：呼吸，生理学講座，中山書店 1957.
- 11) 中村 隆，滝島 任：肺機能とその臨床，文光堂 1960.
- 12) Schutz. E. et al : Bronchographie, Georg Thieme Stuttgart. 1955.
- 13) 笹本 浩，横山哲郎：スパイログラムの臨床，医学書院 1959.
- 14) 笹本 浩：肺気腫，医学書院 1959.
- 15) 中村 健：肺機能とその検査法，医学書院 1959.
- 16) 石川 中：肺換気速度に関する研究，日内会誌 45, 209, 1956.
- 17) 中野 実：慢性肺疾患の換気力学，日内会誌 48, 1724, 1959,
- 18) 橋本謙男：喉頭，気道，気管支の内視鏡的計測ならびに流体力学的研究
第1編 日耳咽学誌 60, 1333,
第2編 日耳咽学誌 60, 1157, 1957.
- 19) 谷一郎：流れ学 岩波書店 1956.
参考単行本
1) Métras H. et charpin : Le catheterisme bronchique. 篠原研三訳，克誠堂 1955.
2) J.H. Comroe : The Lung. 村尾 誠訳 医歯薬出版 1954.
3) 長石忠三：肺，その構造 上 医学書院 1958.
4) J.H. Comroe: Methods of Medical Research. 本間日臣訳 医歯薬出版 1954.
5) 吉村輝仁永：気管支造影，胸部レ線読影講座，金原書店，1955.
6) 斎藤紀仁：気管支造影法，胸部外科双書，南山堂 1954.
7) 内藤晋夫：気管支造影法，結核新書，医学書院，1957.
8) 林 義春：肺区域の選択的造影法との応用，医学書院，1958.

第2編 自発呼吸時及び調節呼吸時に於ける気管支動態と換気分配の比較検討

目 次

I. 緒言	iii 撮影条件及びトレス像
II. 実験方法	iv 注意事項
A. 臨床実験	III. 実験成績
i 実験方法	1) 犬に於ける間歇的陽圧呼吸時の気管支動態
ii 撮影条件	2) 臨床例に於ける間歇的陽圧呼吸時の気管支動態
iii 撮影方法及びトレス像	3) 臨床例に於ける陽陰圧呼吸時の気管支動態
iv 注意事項	IV. 考 按
B. 動物実験	V. 結 語
i 目 的	
ii 術 式	

I. 緒 言

調節呼吸とは他動的に気管及び気管支内圧を上昇せしめて，吸気を行い，肺及び胸部の弾性収縮により，呼吸を行わしめる。間歇的陽圧呼吸或は吸気は前述の如く，呼吸は肺胸郭の弾性に多少の気管内陰圧を其の補助に加えて行わしめる所謂，陽陰圧呼吸とを指すものとする，この調節呼吸と，生体が自発的に行う自発呼吸とは気管内圧の面から大きな違いがある。

従つて其の気管支動態及び換気効率にも差があることは当然考えられる。

著者は第1編に述べた如き呼吸気時気管支像の研究結果と其の手技をもつて，この点の解明を行う目的で，本研究を行い，下記の如き知見を得た。

II. 実 験 方 法

A 臨床実験

i) 実験方法

臨床例については第1編で述べた方法によつて気管支造影 (B. G) を行い，断層台にねかせて自発呼吸時に吸，呼吸時に撮影して対照像を得た後，ラボナール 300mg 静注にて導入し，S. C. C. 40mg で筋弛緩を得て挿管，又はマスクをあてて間歇的陽圧呼吸又は保生園京大改良型レスピレーターを接続して陽陰圧調節呼吸をおこない，圧を段階的に変化させ各圧負荷時の吸，呼吸相にレリーフ気管支像を撮影した。

ii) 撮影条件

機械日立断層 "D.-FI 型"，距離150cm，電圧65kV，電

流300mA, 0.1sec, リスフォルムは使用せず増感紙はFSを使った。

iii) 撮影方法及びトレス像

自発呼吸時あらかじめ被検者の前胸部に印をつけセンターライトを固定し、腹背方向でとつた。調節呼吸時は身体の変動をよく注意し必要に応じて自発呼吸時、調節呼吸時に重複像もとつた。各々のフィルムについて第1編で述べたトレス像と同じくトレスをなし重複像を作つた。

iv) 注意事項

調節呼吸のB.G.像をみるために必要な事項は次の点である。

a) 造影剤の注入時間

時期としては3つある。

- a') B.G. 後麻酔をなし調節呼吸とする。
- b') 麻酔をなしB.G. 後調節呼吸とする。
- c') 調節呼吸中にB.G.をなす。

これらのどれを選ぶかということであるが、第1編で述べたように末梢気管支まで造影させ気管支レリーフ像をつくるためには、肺胞の inspiratorischer Sog を利用すべきである。気管支充満像では、気管内流通がわるく生理的換気条件が得られないから、レリーフ像であることが必要である。このためにもB.G. 後麻酔をかけ調節呼吸を行うのがもつともよく、麻酔後造影を行う時も、ゾンデ挿入後キシロカインによる局所麻酔の後自発呼吸にあわせてゆつくりと注入する法がよい。Löhr¹¹²⁾などは全麻無呼吸下にB.G.をすすめているが賛成できない。ゾンデを通じて加圧注入すると、造影剤は特定の気管支のみ入って気管支を block する危険がある。調節呼吸後筋弛緩剤による無呼吸時ゾンデを挿入して造影をおこなうと、固有の気管支壁トーンのみの呼吸による肺胞体積などのI.Sがなく、ゾンデの加圧のみ入ることになるから、造影剤は入りにくくレリーフ像はつくれず気管支を block する危険が強いので避けるべきである。

b) 造影剤は気管支を block してはいけない。気管支が block されると、調節呼吸時の加圧によつてとじられた気管支管内に圧がかかるのであるから、気管支は異常に拡張するので、正しい比較がなされない。

c) 一側肺造影をおこなうこと

B.G. は選択的に特定の気管支のみおこなつては肺野の気管支の変位をみることができないから一側肺造影をおこなうべきである。

B. 動物実験

i) 目的

臨床実験では行い難い偏側開胸時の気管支像、或は両側気管支像等を精査する目的で、成犬を用い間歇的陽圧呼吸下に次のような実験を行つた。但し犬に於ては対照としての自発呼吸時の呼吸気管支像は犬の呼吸が頻度であるため撮影不可能であつた。又呼吸器械の都合上陰陽圧呼吸を行うことが出来なかつた。

ii) 術式

体重 8~10kg の成犬を術前 30分前に、Hexamid 4 mg を皮下に投与、ラボナール 300mg にて導入し、あらかじめ動物固定板に右側臥位としてねかせて四肢を固定して透視台にのせて挿管し、挿管後ゾンデを通して4%キシロカインを1~2cc注入したあと、水性ジオノジールを呼吸にあわせて注入した。ゾンデは最初横隔面まで達せしめ順次手元にひきながら、上葉、中葉、下葉の順で造影剤を入れていくことが必要である。臨床例のように上葉の気管支から入れていくと造影剤が左側に入ってしまうことがあるので注意せねばならない。右肺のB.G. 終了後固定板の上にねかせたまま、管球を上にして上部からの側面撮影を実施した。調節呼吸時はS.C.C. 1~0.5mg/kg を静注し、酸素分圧1~2 l の流量で半閉鎖調節呼吸を行つた。

iii) 撮影条件及びトレス像

日立回転陽極500ミリ、距離100cm、電圧60kV、電流300mA, 0.1sec, リスフォルム使用、増感紙はFSを用いた。吸気時加圧の程度をかえて撮影し、B.G. 像についてトレス像を作つた。

iv) 注意事項

a) 造影剤の注入時期は前述したように、B.G. 後に調節呼吸を行うべきである。一旦気管支が造影剤で block されてしまうと調節呼吸時の加圧によつて、気管、気管支は異常に膨脹、伸展を示す。一側開胸時他側のB.G. 像について加圧+5, +25としてかえてみると気管支の拡張、伸展がみられる。右気管支幹では1.5倍以上の気管支径の拡張がある。附图16a, bを比較すると気管もまた拡張していることがわかる。このように block された気管支は気管支弾性の限界まで拡張するものである。

b) 犬の場合正面像ではB.G. 像が心臓影にかくれてしまうので側面像がよい。

c) 体をしっかりと固定させ管球を上部においてフィルムを下にしておくことによつて被写体とフィルムとの動揺をさけることができる。

III. 実験成績

1) 犬に於ける間歇的陽圧呼吸時の気管支動態

犬では自発呼吸時の撮影が困難であるので自発呼吸との比較はなし得なかつた。間歇的陽圧呼吸をおこなつてまず重複像でみると(附図17)の如くであつて上肺野気管支より下肺野の気管支の方が変位が大きい。

加圧の圧を変化させてみると+5(附図18a, b)+20(附図19a, b)であつて附図3, 4ともに吸, 呼気像がよく似ていることがわかる。気管支壁のトーンスはよく維持されている。トレス重複像では+5, +20(附図20a, b)であつて両者もよく近似している。5a, 5bを重ねてみると附図21の如くで気管支の変位は加圧の度合によつて有意の差はないことがわかる。このことは間歇的陽圧呼吸の際気管支の呼吸気時変位が自発呼吸に比して少いことを意味している。又陽圧を20cmH₂Oまであげても吸気時気管支膨脹伸展による解剖学的死腔の有意な増大は認められなかつた。

2) 臨床例に於ける間歇的陽圧呼吸時の気管支動態

成人男女の臨床例について間歇的陽圧呼吸をおこなつてみると、自発呼吸との比較は附図22(a, b, c, d)の如くであつて実験犬について同様に間歇的陽圧呼吸時は自発呼吸時の呼気像に近い重複像では(附図23)の如くで自発呼吸とほぼ同様の動きを示すが特に下肺野気管支の呼吸性変位は自発呼吸時に比して著しく小さいことがわかる。(第1編, 附図3aを参照)又横隔膜の動きも少ない。このことは間歇的陽圧呼吸時には自発呼吸時の如く吸気が分配されず、特に横隔膜に近い肺野の伸展が小さい。換言すれば間歇的陽圧呼吸による調節呼吸時、生体は大部分胸式呼吸の型を行つていることがわかる。生体特に人体では下肺野が最も大きな換気をしているものであるから、間歇的陽圧呼吸の調節呼吸時明らかに不均等に換気が行われていることを立証している。附図24, 25でみると附図24, C, 25Cを比較したトレス重複像では自発呼吸に比して気管支の長さののびも小である。自発呼吸と間歇的陽圧呼吸の呼吸間の径ののび、長さののびを比較するため気管支幹の一部、右上葉支口下端より中葉支口上端までをとつてこの気管支幹を一つの円筒又は円錐と考え、4枚のフィルムについて計測しその体積を求め、 $\frac{\text{吸気時体積}}{\text{呼気時体積}}$ をとつた。尚調節呼吸時気管内陽圧のピークは10cmH₂Oとした。自発呼吸時比を ΔN 間歇的陽圧呼吸時の比を ΔC とすると10例についての値は次の如くである。

No.	ΔN	ΔC
1	0.98	1.00
2	1.00	1.15
3	1.21	1.00
4	1.31	1.20
5	1.22	1.09
6	1.15	1.13
7	1.43	1.11
8	1.12	1.03
9	1.30	1.05
10	1.25	1.15

圧呼吸時の体積比より大きいことがわかる。このことは間歇的陽圧呼吸時には呼吸時に気管がよく拡張、収縮しないことを意味している。

3) 臨床例に於ける陽陰圧呼吸時の気管支動態

前項の附図24の被検者について京大改良式保生圈レスピレーターに接続し、1回換気量500cc、分時換気数を18とし、+10~-5にセットして各吸呼気相で撮影した。こうして得た吸呼気気管支像と前述の自発呼吸時及び間歇的陽圧呼吸時の変化それと比較対照し次の如き所見を得た。(附図26a, b, c)

i) 気管支及び横の隔膜動きは附図24, 附図25と比べて明らかな如く+10cm, -5cmの陽陰圧呼吸時のものは自発呼吸時とよく似ている。即ち換気分配としては自発呼吸に近く、間歇的陽圧呼吸時見られた不均等換気は是正されている。

ii) -5cmの陰圧負荷により、末梢気管支にair trappingなどの像は見られず、念のため-10cmの陰圧負荷時のものも撮影したがやや鮮明でないで呈示しないがやはりair trappingは認められなかつた。

IV. 考 按

A) 調節呼吸時の気管支動態について

調節呼吸の本態は吸気を行わしめる際、先ず気管内圧を陽圧にして、これを気管、気管支、細気管支、肺胞の順序に伝達させ、肺胞を押しひろげることによつて、他動的に胸郭内腔を拡大するのであるから、当然気管、気管支の受動的拡張を伴い、これが解剖学的呼吸死腔を増大せしめる因子であろうと一応考えられるが、著者が臨床例10例について吸呼気相に於ける気管支の或る部分の体積の比を、自発呼吸と比較すると、却つて小さいことを発見した。又動物実験に於いても気管内加圧+5cmから+20cmに増大しても気管支は膨

脹を示さなかつた。このことは気管支内腔を押しひろげるための呼吸死腔の増加は少なくとも有意なものではなく、むしろ気管支造影で観察し得る程度の気管支においては、考慮の要がないとしてよからう。Kilburn³⁾は調節呼吸時加圧によつて気管支の径がのびるといつている点は著者の実験とことなる。

B) そもそも気管支の形態或は其の大きさは、すでに第1編に於いて述べた如く、気管支固有のトーンズ及び気管支内圧以外に周囲の肺胞体積の変化に由来する外圧乃至は張力の影響を受けるものであると考えられるから、調節呼吸の吸気時は胸腔内圧が陽性化する傾向にあるため、気管支の拡張が却つて起りにくいと推定される。このことは気道の抵抗を増大し、末梢の肺胞まで充分な換気量が行きわたらず、却つて不均等換気を促進する因子となるものであろう。

C) 又動後実験の成績及び臨床例の間歇的陽圧呼吸時の所見により見ても、気管支の末梢、特に下肺野に於いて、吸呼時気管支ののびが、自発呼吸時及び陽陰圧呼吸時に比べて著明に乏しいこと、及び横隔膜が吸呼気時とも著明に高位にあることは、横隔膜の弛緩により特に腹腔内圧の影響を受けて下肺野の気管支は縮少し、気道の抵抗が増大するため吸気時に送気量が著明に不足していることを示している。

D) 呼気時に気管内へ陰圧を加えることは学者によつて賛否両論がある。大多数の学者は其の効果に対して否定的であり、むしろ強い陰圧は、呼気時に air trapping、或は check valve 現象を呈しやすく、換気を障害すると主張する学者が多い。Lynch⁴⁾等は気管支造影法でこの傾向を立証している。

所がわれわれの陽陰圧呼吸時の所見は呼気時陰圧が $-5 \text{ cmH}_2\text{O}$ であつても、 $10 \text{ cmH}_2\text{O}$ であつても、気道のくびれたような所見は見られず、却つて下肺野の呼吸性移動が自発呼吸に似て大きくなっている。

このことを今充分理論的に裏付けることは困難であり、われわれは尚肺葉換気量を測定して其の側面的立証を得た上で結論的な考察を行いたいと思つている。

併しこの事実、上記の仮説を敷衍して説明を試みるならば、呼気時の陰圧附加は、下肺野にも気管支外圧、換言すれば、胸腔内圧の一時的陰圧化を醸成し、

これが末梢気管支を開大する因子となり、下肺野の換気量を増大し、自発呼吸に近い換気の分布を来したと推測することが出来よう。

このことは調節呼吸時陰圧相附加の新しい利点の発見としてよい。

V. 結 語

調節呼吸の気管支動態について間歇的陽圧呼吸及び陽陰圧呼吸及び陽陰圧呼吸にわけて気管支造影をつかい、吸、呼吸時に撮影し吸、吸気像についてトレス像を作製し、トレス重複像を用いて気管支の変位を検討して次の様な結果をえた。

- 1) 陽陰圧呼吸は間歇的陽圧呼吸に比して自発呼吸に近い気管支の変位をしめす。気管支の変位の点から見ると肺換気は陽陰圧呼吸が間歇的陽圧よりもよい。
- 2) 間歇的陽圧呼吸は気管支の変位は特に下肺野の変位が小であり、横隔膜も著しく高位にあつて呼吸移動が少い。
- 3) 間歇的陽圧呼吸で実験犬について、 $+5 \text{ cmH}_2\text{O}$ $+20 \text{ cmH}_2\text{O}$ の圧差があつても気管支の変位は殆んどかわらず、気管支形態も圧には関連しない。
- 4) Lynch などのいう陽陰圧呼吸の陰圧時に気管支のくびれなどは見られなかつた。

参 考 文 献

- 1) Hh. Lohr, et al : Die Bronchographie in Narkose, Thoraxchirurgie. 4, 233, 1956.
- 2) H. Hippe u G. Fischer : Über den Wert der allgemeine für die Bronchographie, Fortstr. Rontgenstr. 86. 318, 1957.
- 3) K. H. Kilburn : Dimensional response of bronchi in apneic dogs to airway pressure, gases and drugs. J. Appl. physiol. 15, 2, 1960.
- 4) S. Lynch, A. Levy, and K. Ellis : Effects of alternating positive and negative endotracheal pressures on the caliber of bronchi. Anesthesiology. 20, 325, 1959.

参考単行本

- 1) Macintosh, Physics for the anesthetist. 1958.

附図 1 a

健康女 30才
右肺 吸気像



b

呼気像



附図 2 a

健康男 28才
左肺 吸気像



b

呼気像



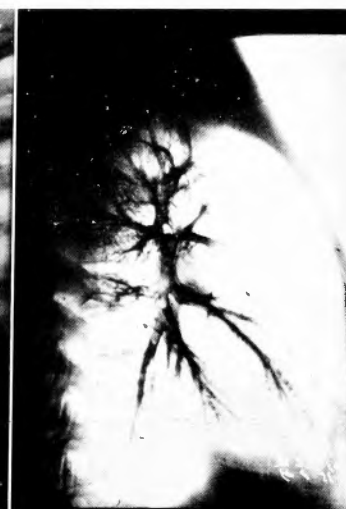
附図 3 a

附図 1 の症例
吸・呼気時
重複正面像



b

重複側面像



附図 4 a

附図 1 の症例

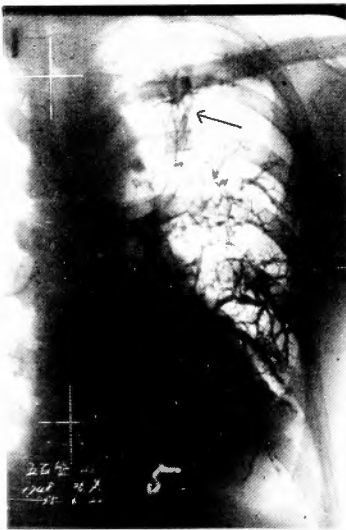
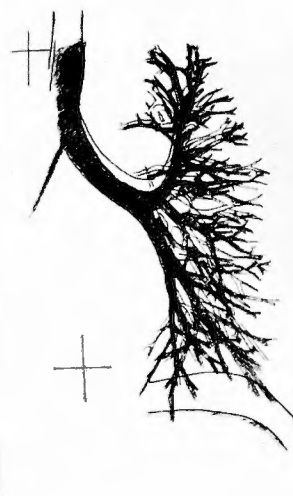
トレス重複像



b

附図 2 の症例

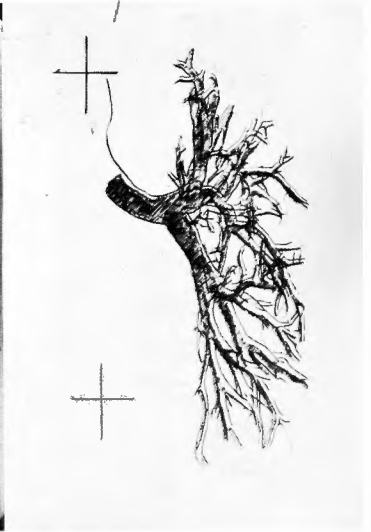
トレス重複像



a



b



c

↑ 附図 5

a 吸気像

→結核性気管支拡張像

b 呼気像

c トレス重複像



附図 6

トレス重複像



附図 7 a 吸気像

→ 気管支の長さののび拡張がある。

b 呼気像

⇒ 膿液貯溜

c トレス重複像



附図 8 a 吸気像

b 呼気像 → 攣縮像

c トレス重複像



附図 9 a

吸気像

b

呼気像



附圖10 a

吸 氣 像

→ 異常拡張



b

呼 氣 像

→ 異常攣縮

附圖11 a

吸 氣 像

→ 空洞造影



b

重 複 像

附圖12 a

吸 氣 像



b

呼 氣 像

→ 攣縮像

附図13 a 吸気像

b 呼気像

c トレス重複像



附図14 a

吸気像

→ 気管支拡張



b

呼気像

附図15 a

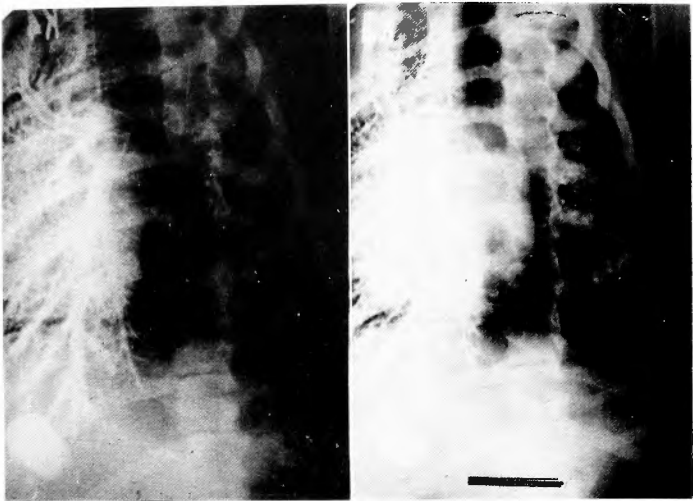
吸気像



b

呼気像

附圖16 a
一側開胸 +
5 cmH₂O加
压時



b
+ 25cmH₂O
加压時

附圖17 間歇的陽压呼吸，重複像



附圖18 a 間歇的陽压呼吸 + 5 cmH₂O
加压時吸氣像



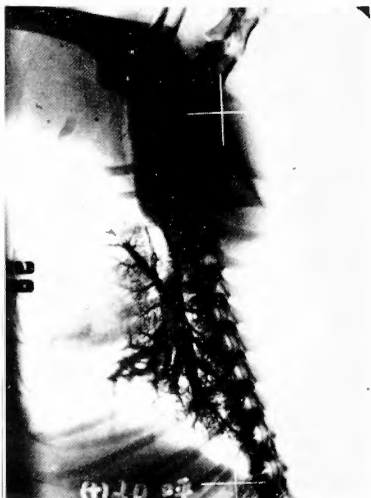
b 呼氣像



附圖19 a
間歇的陽压呼
吸 + 20cmH₂O
加压時



b
呼氣像



附図20 a 附図3のトレス重複像
(+ 5 cmH₂O)



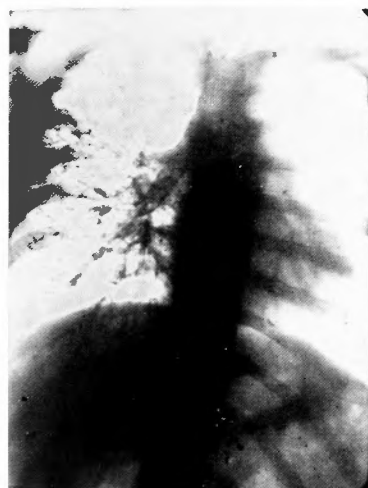
b 附図4のトレス重複像
(+ 20cmH₂O)



附図21 附図5, a・b 重複像



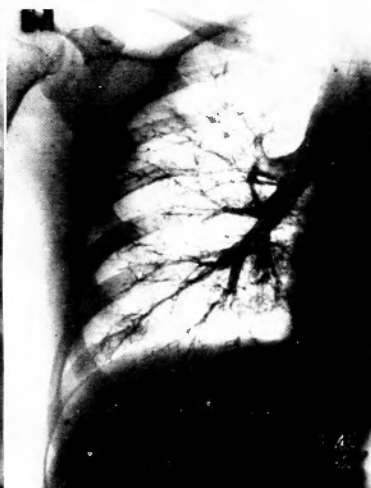
附図22 a 自発呼吸, 吸気像



b 自発呼吸, 呼気像



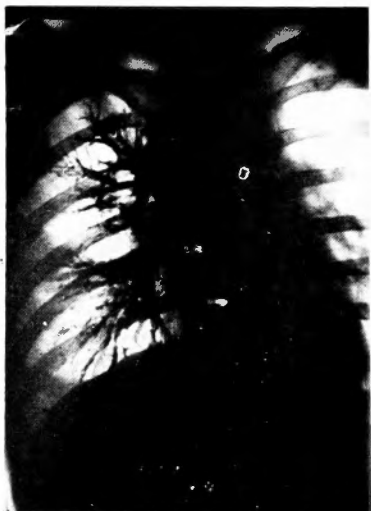
c 間歇的陽圧呼吸, 吸気像



d
間歇的陽圧呼吸
吸呼気像



附図23
間歇的陽圧呼吸
+ 10cmH₂O
吸, 呼気重複像



附図24 a 自発呼吸吸気像

b 呼気像

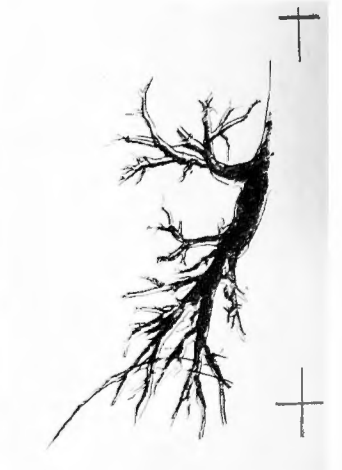
c トレス重複像



附図25 a 間歇的陽圧呼吸 +
5 cmH₂O 加圧時吸気像

b 呼気像

c トレス重複像



附図26 a 陽陰圧呼吸 + 10cmH₂O
加圧時吸気像

b - 5 cmH₂O 呼気像

c トレス重複像

